



# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **QUANTIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO DA COR DE MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS EM ODONTOPEDIATRIA APÓS PIGMENTAÇÃO**

Trabalho submetido por  
**Andreia Sofia Lopes de Araújo**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2014**







**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**QUANTIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO DA COR DE MATERIAIS  
RESTAURADORES UTILIZADOS EM ODONTOPEDIATRIA  
APÓS PIGMENTAÇÃO**

Trabalho submetido por  
**Andreia Sofia Lopes de Araújo**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutora Luísa Bandeira Lopes**

**setembro de 2014**



## **Agradecimentos**

À Professora Doutora Luísa Bandeira Lopes, o meu agradecimento pela disponibilidade, apoio, paciência, rigor, espírito crítico e orientação, essencial para a realização deste trabalho. Agradeço tudo o que me transmitiu ao longo destes dois anos.

Ao Professor Doutor Mário Polido, por ter disponibilizado o laboratório, indispensável à realização desta investigação.

À Mestre Sara Lopes, pela disponibilidade e apoio dado na realização da análise estatística. Agradeço por me ter explicado e feito perceber a razão dos testes utilizados e o significado dos seus resultados.

Aos meus pais e restante família, por serem os meus pilares, por acreditarem incondicionalmente em mim, pelo apoio, amor, constante incentivo e principalmente, por serem responsáveis pela pessoa que sou hoje.

Ao amigo e Mestre Filipe Santos, pela ajuda e dicas dadas no início da realização deste trabalho.

Aos meus colegas e principalmente amigos, Joana Castanho, Beatriz Jordão, Gonçalo Curado, Carolina Caramujo, Marta Matos, Inês David e Inês Caetano Santos, pela amizade, companheirismo, incentivo e apoio. Obrigada pelos ótimos momentos que passámos juntos.

E por último, mas não menos importante, ao Luís Gomes, por ser o meu grande pilar, por me ter aturado nos momentos de maior ansiedade, por acreditar sempre em mim e nunca ter deixado que o desespero se apoderasse de mim. Agradeço por toda a paciência, amor, apoio incondicional e por estar sempre presente nos bons e maus momentos.



## Resumo

**Objetivo:** Quantificar a variação da cor de dois cimentos de ionómero de vidro e de uma resina composta, utilizados na prática de odontopediatria, após serem imersos em diferentes agentes pigmentantes.

**Materiais e Métodos:** Recorrendo a dois cimentos de ionómero de vidro (Photac™ Fil e Ketac™ Molar) e a uma resina composta microhíbrida (Filtek™ z250) foram efectuados 40 discos de cada material (10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura). As amostras foram imersas em saliva artificial (grupo controlo), *Coca-Cola*®, *Ice Tea*® de pêsego e Leite com chocolate, durante 72 horas, numa estufa a 37°C. Decorrido este período, as amostras foram lavadas em 50 ml de água destilada. Por último, através da utilização do Espectrofotómetro, procedeu-se à leitura dos resultados. A variação da cor foi medida de acordo com o sistema CIE L\* a\* b\*. As alterações de cor foram analisadas estatisticamente utilizando os testes paramétricos ANOVA one-way e ANOVA com correcção de Welch, o teste não paramétrico Kruskal-Wallis e os testes post-hoc Dunnet T3 e Tukey com  $p \leq 0,05$ .

**Resultados:** A imersão dos materiais restauradores nos diferentes agentes pigmentantes, provocou uma variação de cor significativa das mesmas. O agente pigmentante que apresentou resultados de pigmentação mais elevados foi o *Ice Tea*® de pêsego. O leite com chocolate foi o fluido que apresentou menor capacidade pigmentante em todos os materiais restauradores em estudo. A maior variação de cor verificou-se no Ketac™ Molar em *Coca-Cola*® e a menor variação no Filtek™ z250 em leite com chocolate.

**Conclusão:** Todos os materiais restauradores demonstraram ser susceptíveis à pigmentação, por parte de todos os agentes pigmentantes. O Filtek™ z250 demonstrou ter uma melhor estabilidade de cor, seguido pelo Photac™ Fil e por último, pelo Ketac™ Molar.

**Palavras-Chave:** Pigmentação, Cimento de ionómero de vidro convencional, Cimento de ionómero de vidro reforçado por resina, Resina Composta





## Abstract

**Objective:** To quantify the color variation of two glass ionomer cements and a composite resin used in the practice of pediatric dentistry, after being immersed in different pigments agents.

**Materials and Methods:** Using two glass ionomer cements (Ketac™ Molar and Photac™ Fil) and a microhybrid composite resin (Filtek™ z250), were produced 40 disks of each material (10 mm in diameter and 2 mm thick). The samples were soaked in artificial saliva (the control group), coke, peach *Ice Tea*® and chocolate milk, for 72 hours in an oven at 37°C. After this period, the samples were washed in 50 ml of distilled water. Finally, using the spectrophotometer, it was made the reading of results. The color change was measured according to the CIE L \* a \* b \* system. Color changes were statistically analyzed using parametric one-way ANOVA and ANOVA with Welch correction, the nonparametric Kruskal-Wallis tests and post-hoc Tukey and Dunnet T3 with  $p \leq 0.05$ .

**Results:** The immersion of restorative materials in different pigmentation agents caused a significant color variation on the samples. The pigmentation agent who presented higher results was the Peach *Ice Tea*®. The chocolate milk was the fluid with lowest pigmentation capacity of all restorative materials under study. The greater color variation was found on the Ketac™ Molar submerged in *Coca-Cola*® and the smallest change on the Filtek™ z250 in chocolate milk.

**Conclusion:** All restorative materials were shown to be susceptible to pigmentation by all pigments agents. The Filtek™ z250 proved to have better color stability, followed by Photac™ Fil and finally by Ketac™ Molar.

**Key words:** Pigmentation, conventional glass ionomer cement, glass ionomer cement reinforced resin, composite resin



## Índice

<b>I. Introdução.....</b>	<b>15</b>
<b>II. Fundamentos teóricos .....</b>	<b>19</b>
1.    Aparelhos medidores da cor .....	20
2.    Pigmentação dentária .....	22
2.1 Pigmentação intrínseca .....	23
2.2 Pigmentação extrínseca.....	24
3.    Cimento ionómero de vidro .....	25
3.1 Cimento ionómero de vidro convencional.....	25
3.2 Cimento ionómero de vidro modificado por resina .....	27
4.    Resina composta .....	30
4.1 Resina composta microhíbrida.....	31
<b>III. Materiais e Métodos .....</b>	<b>33</b>
1.    Hipóteses de estudo: .....	34
2.    Objetivos:.....	34
3.    Materiais: .....	34
4.    Método utilizado: .....	37
5.    Análise estatística .....	39
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>41</b>
1.    Comparação de materiais.....	42
2.    Comparação de soluções.....	47
<b>V. Discussão .....</b>	<b>53</b>
<b>VI. Conclusão .....</b>	<b>60</b>
<b>VII.Bibliografia .....</b>	<b>63</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Significado geométrico das coordenadas do sistema CIE L*a*b (Adaptado de Brook, Smith & Lath, 2007).....	21
<b>Figura 2.</b> Aparelhos medidores de cor: a) Colorímetro (Adaptado de Wee, Kang, Johnston, & Seghi, 2000) ; b) Espectrofotômetro (Adaptado de Basavanna, Gohil, & Shivanna, 2013).....	22
<b>Figura 3.</b> Pigmentação intrínseca a) Amelogênese imperfeita b) Dentinogênese imperfeita c) Flúorose dentária d) Hipoplasia de esmalte e) Pigmentação por tetraciclinas f) Trauma (Adaptado de Watts & Addy, 2001) .....	23
<b>Figura 4.</b> Pigmentação extrínseca (Adaptado de (Manuel, Abhishek, & Kundabala, 2010).....	24
<b>Figura 5.</b> Pigmentação extrínseca incorporada em defeitos adquiridos a) Cracks de esmalte b) Recessão gengival (Adaptado de Watts & Addy, 2001).....	24
<b>Figura 6.</b> Saliva artificial (grupo controlo).....	35
<b>Figura 7.</b> Líquidos pigmentantes utilizados: a) Leite com chocolate <i>UCAL</i> <sup>®</sup> b) <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> c) <i>Ice-Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego.....	36
<b>Figura 8.</b> Cimentos de Ionómero de Vidro utilizados: a) Ketac <sup>TM</sup> Molar A2 (3M ESPE – Minnesota, USA); b) Photac <sup>TM</sup> Fil A2 (3M ESPE – Minnesota, USA).....	37
<b>Figura 9.</b> Resina Composta utilizada: Filtek <sup>TM</sup> z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA) .....	37
<b>Figura 10.</b> Matriz metálica utilizada para confecção das amostras (10mm de diâmetro e 2mm de espessura) .....	38
<b>Figura 11.</b> Fotopolimerização das amostras .....	38
<b>Figura 12.</b> Recipientes e respetivos líquidos pigmentantes, utilizados para imersão das amostras. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controlo), <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego, <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> , Leite com chocolate. ....	39
<b>Figura 13.</b> A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> . Da esquerda para a direita: Filtek <sup>TM</sup> z250, Photac <sup>TM</sup> Fil e Ketac <sup>TM</sup> Molar .....	43
<b>Figura 14.</b> A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em Leite com chocolate. Da esquerda para a direita: Filtek <sup>TM</sup> z250, Photac <sup>TM</sup> Fil e Ketac <sup>TM</sup> Molar.....	45

<b>Figura 15.</b> A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego. Da esquerda para a direita: Filtek <sup>™</sup> z250, Photac <sup>™</sup> Fil e Ketac <sup>™</sup> Molar.....	47
<b>Figura 16.</b> A imagem apresenta os espécimes de Filtek <sup>™</sup> z250 após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controle), <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> , Leite com chocolate e <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego .....	49
<b>Figura 17.</b> A imagem apresenta os espécimes de Ketac <sup>™</sup> Molar após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controle), <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> , Leite com chocolate e <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego .....	50
<b>Figura 18.</b> A imagem apresenta os espécimes de Photac <sup>™</sup> Fil após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controle), <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> , Leite com chocolate e <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego .....	52

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Filtek™ z250 vs Ketac™ Molar vs Photac™ Fil ( <i>Coca-Cola</i> ®).....	42
<b>Tabela 2.</b> Teste de Dunnett 1 .....	42
<b>Tabela 3.</b> Filtek™ z250 vs Ketac™ Molar vs Photac™ Fil (Leite com chocolate) .....	44
<b>Tabela 4.</b> Filtek™ z250 vs Ketac™ Molar vs Photac™ Fil ( <i>Ice Tea</i> ® de pêssego) .....	45
<b>Tabela 5.</b> Teste de Tukey 1 .....	46
<b>Tabela 6.</b> <i>Coca-cola</i> ® vs Leite com chocolate vs <i>Ice Tea</i> ® de pêssego (Filtek™ z 250) 47	
<b>Tabela 7.</b> <i>Coca-cola</i> ® vs Leite com chocolate vs <i>Ice Tea</i> ® de pêssego (Ketac™ Molar)49	
<b>Tabela 8.</b> Teste de Dunnett 2 .....	49
<b>Tabela 9.</b> <i>Coca-cola</i> ® vs Leite com chocolate vs <i>Ice Tea</i> ® de pêssego (Photac™ Fil)...	51
<b>Tabela 10.</b> Teste de Dunnett 3 .....	51

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Comparação de materiais (agente pigmentante: <i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup> ).....	43
<b>Gráfico 2.</b> Comparação de materiais (agente pigmentante: Leite com chocolate) .....	44
<b>Gráfico 3.</b> Comparações múltiplas de materiais (agente pigmentante: Leite com chocolate).....	45
<b>Gráfico 4.</b> Comparação de materiais (agente pigmentante: <i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego) .....	46
<b>Gráfico 5.</b> Comparação de soluções (material: Filtek <sup>™</sup> z250).....	48
<b>Gráfico 6.</b> Comparações múltiplas de soluções (material: Filtek <sup>™</sup> z250) .....	48
<b>Gráfico 7.</b> Comparação de soluções (material: Ketac <sup>™</sup> Molar).....	50
<b>Gráfico 8.</b> Comparação de soluções (material: Photac <sup>™</sup> Fil) .....	52



## **Lista de Abreviaturas**

Bis-GMA	bisfenol $\alpha$ -diglicidil metacrilato
CIV	Cimento de ionómero de vidro
CIVC	Cimento de ionómero de vidro convencional
CICMR	Cimento de ionómero de vidro modificado por resina
EGDMA	etileno glicol dimetacrilato
HEMA	2 hidroxietil metacrilato
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TEGDMA	trietileno glicol dimetacrilato
UDMA	uretano dimetacrilato

## **I. Introdução**

Os dentes são vistos como uma característica importante na beleza da face, constituindo um papel crucial nas interações e relações do indivíduo com a sociedade (Tin-Oo, Saddki & Hassan, 2011).

Atualmente, devemos ter em conta a alteração que a cor dos dentes pode sofrer uma vez que as exigências estéticas por parte dos pacientes são cada vez maiores. A dieta e produtos químicos, são exemplos de fatores ambientais que podem provocar essa alteração dependendo da frequência e período de exposição (Moreira, Mattos, De Araújo, Ruellas & Sant'Anna, 2013).

A cor dos dentes é determinada por uma combinação entre as cores intrínsecas do dente e os pigmentos extrínsecos que se podem formar na sua superfície (Watts & Addy, 2001). Por norma, estes pigmentos formam-se em zonas de difícil higienização e são maioritariamente provocados por alimentos com taninos, agentes catiónicos, hábitos dietéticos, entre outros fatores (Joiner, Hopkinson, Deng & Westland, 2008).

Desde o início da prática da Medicina Dentária que um dos problemas com que os dentistas se deparam é a substituição de um dente perdido ou parte dele por materiais restauradores. Existem três características que estes materiais devem cumprir para um bom resultado, sendo elas: resistência, adaptação e estética (Singh, Suvarna, Agnihotri, Sukant & Kumar, 2014).

Os materiais restauradores utilizados na prática clínica, têm como finalidade para restabelecer a função, a estrutura dentária e a estética, podendo ainda ser úteis no controlo da hipersensibilidade (Beresescu & Brezeanu, 2011).

Para assegurar uma boa estética é necessário que os materiais restauradores mantenham estável a sua cor intrínseca, bem como sejam resistentes à pigmentação da superfície (Diab, Zaazou, Mubarak & Fahmy, 2007). Um dos principais fatores que afeta a longevidade das restaurações é a descoloração do material. Esta descoloração pode ocorrer devido a fatores extrínsecos, como por exemplo através da absorção e adsorção de pigmentos (Yousef & Abo el Naga A., 2012).

Ao longo dos últimos 50 anos ocorreram diversas alterações no desenvolvimento e disponibilidade de materiais restauradores utilizados em odontopediatria, surgindo as resinas compostas e os cimentos ionómero de vidro. Antigamente, para a restauração dos dentes posteriores o médico dentista limitava-se à utilização de coroas de aço inoxidável e amálgama, enquanto que para os dentes anteriores utilizava cimento de silicato ou acrílico. Atualmente o médico dentista tem à sua disposição diversos materiais, podendo escolher qual o mais adequado para cada tipo de restauração (Berg, 1998; Hse, Leung & Wei, 1999).

Na área da dentisteria, os cimentos de ionómero de vidro são uma escolha comum e útil para a restauração de dentes, desde que estas restaurações não se encontrem em regiões de grande stresse (Zoergiebel & Ilie, 2012).

Estes foram desenvolvidos por Wilson e Kent e introduzidos no mercado em 1972. Desde então os ionómeros de vidro foram evoluindo como resultado de mudanças nos seus componentes, tanto no pó de vidro como no ácido carboxílico. Este material pode ser utilizado numa vasta área de aplicações clínicas devido à capacidade de modificação das suas propriedades físicas, alterando o rácio pó/líquido ou a fórmula química (Lohbauer, 2009).

Outro dos materiais utilizados em grande escala atualmente são as resinas compostas. Estas ganharam grande popularidade no meio da dentisteria operacional como material de restauração indireta, podendo ser utilizada tanto em dentes posteriores como em anteriores. A sua grande utilização deve-se ao facto de ter a capacidade de mimetizar a cor dos dentes bem como poder ser manipulada com diferentes consistências (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

Nos dias que correm a população em geral dá cada vez mais importância não só à saúde oral, mas também à sua aparência. Devido a este crescente interesse no que diz respeito à estética dentária, é importante a realização de investigações com a finalidade de estudar as características de diversos materiais restauradores, para posteriormente se proceder à optimização das suas propriedades físicas, entre elas a estabilidade da cor. A escolha deste tema reside então, na importância que a

pigmentação apresenta para a alteração de cor dos materiais restauradores e consequentemente para uma estética insatisfatória.

Por conseguinte, este trabalho tem como principal objetivo quantificar a variação da cor de três materiais restauradores utilizados em odontopediatria, sendo eles: cimento de ionómero de vidro convencional, cimento de ionómero de vidro modificado por resinas e resina composta, após serem imersos em agentes que contêm pigmento.

## **II. Fundamentos teóricos**

Para uma melhor compreensão desta investigação, é essencial abordar algumas temáticas, tais como: os aparelhos medidores de cor, a pigmentação dentária intrínseca e extrínseca, os cimentos ionómero de vidro convencionais e reforçados por resina e as resinas compostas microhíbridas.

## 1 Aparelhos medidores da cor

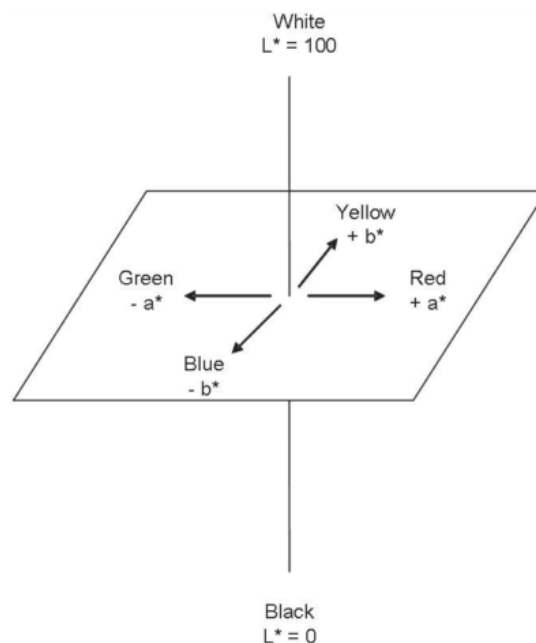
A determinação da cor de um dente através da sua comparação visual com guias de cores é o método mais frequentemente utilizado em dentisteria clínica (Paul, Peter, Pietrobon & Hämmerle, 2002). Porém durante os últimos anos tem-se verificado o desenvolvimento de novas tecnologias direcionadas para a análise, comunicação e verificação da cor (Chu, Trushkowsky & Paravina, 2010).

Atualmente é possível recorrer a vários métodos para identificar a cor dos dentes. Pode-se realizar uma comparação visual subjetiva, utilizando papel, porcelana ou guias de resina acrílica, ou utilizar instrumentos objetivos tais como: espectrofotómetro, espectroradiómetro, colorímetro e técnicas de análise de imagem (Joiner, 2004).

O facto da seleção da cor dos dentes estar sujeita a inúmeros fatores subjetivos leva a que exista uma grande variabilidade na escolha da cor entre os diferentes profissionais, inclusive entre o próprio (Lagouvardos, Fougia, Diamantopoulou & Polyzois, 2009). Um meio para realizar uma melhor avaliação da cor dos dentes é a utilização de aparelhos como o colorímetro ou o espectrofotómetro (Paul, Peter, Rodoni & Pietrobon, 2004). Estes instrumentos eletrónicos não são influenciados pelos parâmetros de seleção visual, como a iluminação e a variabilidade do operador (Dagg, O'Connell, Claffey, Byrne & Gorman, 2004) possuindo a capacidade de realizar uma seleção da cor mais precisa e fiável (Paul *et al.*, 2002; Paul *et al.*, 2004).

Os colorímetros são dispositivos que medem a intensidade da luz refletida por um objeto após a fonte de luz ser filtrada por três filtros de fotodiodo, um vermelho, um verde e um azul. Os resultados obtidos são apresentados em termos tristimulares X, Y, Z ou em valores do sistema CIE L\*a\*b\* (Kim-Pusateri, Brewer, Davis & Wee, 2009).

O sistema CIE  $L^*a^*b^*$  foi desenvolvido em 1931 pela *Comission Internationale de L'Eclairage* (Kim-Pusateri *et al.*, 2009). CIE  $L^*a^*b^*$  é um modelo de cores padrão utilizado para definir todas as cores visíveis, utilizando três coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .  $L^*$  representa a luminosidade da cor, enquanto que as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  referem-se às características cromáticas da cor. A coordenada  $a^*$  representa a gama de cores de verde a vermelho, enquanto que a  $b^*$  refere-se ao eixo azul-amarelo (Lagouvardos *et al.*, 2009; Paul *et al.*, 2002).



**Figura 1.** Significado geométrico das coordenadas do sistema CIE  $L^*a^*b^*$  (Adaptado de Brook, Smith & Lath, 2007)

O espectrofotômetro é um dos instrumentos mais úteis e precisos na correspondência de cores, sendo por isso bastante utilizado em dentisteria (Paul *et al.*, 2004). Ele mede a quantidade de energia luminosa refletida por um objeto em intervalos de 1-10 nm ao longo do espectro visível (Ardu, Feilzer, Devigus, & Krejci, 2008). Este aparelho é constituído por uma fonte de radiação ótica, um meio de dispersão de luz, um sistema ótico para a medição, um detetor e um meio de conversão da luz obtida para um sinal que possa ser analisado (Lagouvardos *et al.*, 2009).





a)



b)

**Figura 2.** Aparelhos medidores de cor: a) Colorímetro (Adaptado de Wee, Kang, Johnston, & Seghi, 2000) ; b) Espectrofotômetro (Adaptado de Basavanna, Gohil, & Shivanna, 2013)

## 2. Pigmentação dentária

A cor dos dentes é determinada por uma combinação entre as cores intrínsecas do dente e os pigmentos extrínsecos que se podem formar na sua superfície (Watts & Addy, 2001).

A cor intrínseca do dente deriva das propriedades de absorção e dispersão da luz por parte da dentina e do esmalte. Já a extrínseca está associada à absorção de alguns materiais pela superfície do esmalte e pela película adquirida, que acabam por provocar a pigmentação da superfície dentária (Joiner, 2004). Assim uma variação na estrutura do esmalte pode resultar numa menor ou maior reflexão de luz, fazendo com que o dente fique mais escuro ou mais claro respetivamente (Brook, Smith & Lath, 2007).

A descoloração dos dentes pode ser classificada como intrínseca, extrínseca ou uma combinação das duas (Azer, Hague, & Johnston, 2010; Brook *et al.*, 2007).

## 2.1 Pigmentação intrínseca

Este tipo de pigmentação resulta de alterações estruturais na composição ou na espessura dos tecidos dentários duros. Esta alteração pode estar presente em apenas um dente ou na totalidade da dentição e pode ser causada durante o desenvolvimento ou após a erupção.

A pigmentação intrínseca pode apresentar como causas doenças metabólicas e fatores sistêmicos que alteram o desenvolvimento dentário e consequentemente a sua pigmentação. Entre os vários fatores estão: amelogenese imperfeita, dentinogénese imperfeita, fluorose, hipoplasia de esmalte, tetraciclina, envelhecimento, trauma, entre outros (Azer *et al.*, 2010; Brook *et al.*, 2007; Watts & Addy, 2001).



**Figura 3.** Pigmentação intrínseca a) Amelogenese imperfeita b) Dentinogénese imperfeita c) Fluorose dentária d) Hipoplasia de esmalte e) Pigmentação por tetraciclina f) Trauma (Adaptado de Watts & Addy, 2001)

## 2.2. Pigmentação extrínseca

Na pigmentação extrínseca, tal como o nome indica, os materiais responsáveis pela pigmentação encontram-se na superfície do dente ou na película adquirida, podendo ser removidos através de profilaxia dentária. Estes pigmentos podem ser encontrados maioritariamente em zonas de difícil higienização, devido à maior acumulação de materiais pigmentantes. Entre os materiais responsáveis pela pigmentação podemos encontrar: alimentos com taninos, café, chá, vinho tinto, tabaco, sais de ferro, clorhexidina, entre outros (Azer *et al.*, 2010; Joiner *et al.*, 2008; Joiner, 2004; Watts & Addy, 2001).



**Figura 4.** Pigmentação extrínseca (Adaptado de (Manuel, Abhishek, & Kundabala, 2010)

Os materiais responsáveis pela pigmentação extrínseca podem ser incorporados pelo esmalte e dentina. Isto ocorre quando estamos perante defeitos de desenvolvimento e defeitos adquiridos, tais como: desgaste dentário, recessão gengival, cárie dentária e restaurações (Watts & Addy, 2001).



**a)**



**b)**

**Figura 5.** Pigmentação extrínseca incorporada em defeitos adquiridos a) Cracks de esmalte  
b) Recessão gengival (Adaptado de Watts & Addy, 2001)

### 3. Cimento ionómero de vidro

#### 3.1. Cimento ionómero de vidro convencional

Os primeiros cimentos de ionómero de vidro (CIV) foram desenvolvidos por Wilson e Kent em meados dos anos 70, tendo sido introduzidos no mercado em 1972 (Lohbauer, 2009).

Estes ionómeros de vidro denominados de convencionais, apresentam na sua constituição uma solução aquosa de ácido poliacrílico a uma concentração de 45%, ou ácido maleico, e um pó constituído por fluoramino silicato de vidro (Sidhu, 2011). A formação do cimento ocorre através da reação ácido-base entre estes dois componentes (Lohbauer, 2009). Para além do fluoramino silicato de vidro, o pó que constitui este ionómero possui outros elementos, sendo eles: Silício, Alumínio, Fósforo, Flúor, Sódio e Cálcio (Billington, Williams & Pearson, 2006).

A presa deste material ocorre por meio de duas fases. A primeira ocorre durante os primeiros 10 minutos após a mistura, e a segunda envolve a libertação de cálcio e alumínio dentro da matriz, consistindo numa continuação de longa duração da reação ácido-base (Kleverlaan, van Duinen & Feilzer, 2004).

Este material possui como vantagens o fato de aderir às estruturas dentárias (esmalte e dentina) húmidas sem necessitar de qualquer tratamento prévio, como por exemplo a utilização de sistema adesivo. É um material que possui propriedades anticariogénicas, pois liberta flúor a longo prazo e é possível o seu recarregamento com este ião. Para além destas vantagens possui ainda boa adaptação marginal, resistência à microinfiltração, boa estabilidade dimensional quando a humidade é elevada e biocompatibilidade. Outra das suas características, que faz com que seja um material bastante utilizado na prática clínica é o fato de possuir um coeficiente de expansão térmica semelhante ao dente (Burke, Ray & McConnell, 2006; Lohbauer, 2009; Zoergiebel & Ilie, 2012).

Apesar destas vantagens, são referidas diversas desvantagens dos ionómeros de vidro convencionais, tais como: a fraca estética, o baixo polimento da superfície, a alta porosidade, a elevada suscetibilidade ao desgaste em ambientes ácidos, o tempo de polimerização alargado, a dificuldade em obter uma manipulação fiável e as propriedades mecânicas bastante baixas, incluindo, grande fragilidade, alta suscetibilidade ao desgaste e baixa resistência à fratura (Davidson, 2006; Lohbauer, 2009; Maneenut, Sakoolnamarka, & Tyas, 2010; Zoergiebel & Ilie, 2012).

Outra desvantagem apontada a este ionómero é a alta sensibilidade inicial à água, o que irá afetar as propriedades finais da restauração. Durante a primeira reação, que tem a duração de cerca de 10 minutos, o material é muito sensível à absorção de água, enquanto na segunda verifica-se uma grande suscetibilidade à desidratação. (Kleverlaan *et al.*, 2004; Zoergiebel & Ilie, 2012).

A fim de combater a troca de líquidos a que os ionómeros estão sujeitos na fase inicial de polimerização, após realizados vários estudos concluiu-se que a utilização de um protetor de superfície iria ajudar nesse sentido, levando a melhores resultados (Zoergiebel & Ilie, 2012).

Os ionómeros de vidro convencionais são bastante utilizados em crianças e possuem diversas aplicações, podendo ser utilizados como selantes de fossas e fissuras, forro cavitário, agentes de cimentação de coroas e bandas ortodônticas e como material restaurador. No que diz respeito à sua utilização em restaurações está indicado para classes I, II, III e V de dentes decíduos, e em classes III e V de dentes permanentes quando se verifica um elevado risco de cárie, ou quando não há a possibilidade de realizar isolamento. (Berg, 2002)

O cimento ionómero de vidro também é bastante utilizado no Tratamento Restaurador Atraumático, sendo considerado o material de eleição para o mesmo, uma vez que este possui a capacidade de remineralizar os tecidos dentários duros (Mickenautsch, Mount & Yengopal, 2011). Este tratamento é visto como uma abordagem minimamente invasiva para a prevenção da cárie dentária, ou para parar a sua progressão caso esta já exista. Esta técnica consiste na criação de um acesso ao

tecido mole cariado e posterior remoção do mesmo com instrumentos manuais, por último procede-se à restauração da cavidade e realização de selante de fossas e fissuras que representem risco de progressão de cárie (Frencken & Leal, 2010).

Podemos afirmar que esta abordagem pode ser utilizada em diversas situações, apresentando bons resultados. Os selantes possuem um elevado efeito preventivo de cáries, e utilizando um ionómero de vidro de alta viscosidade é segura a realização de restaurações de uma face tanto em dentes decíduos como em definitivos. No que diz respeito a restaurações em dentes posteriores definitivos e em dentes anteriores de ambas as dentições que envolvam múltiplas faces, ainda não existem estudos suficientes acerca do seu sucesso, daí nestes casos não se utilizar este tipo de tratamento frequentemente (Frencken, Leal & Navarro, 2012).

### 3.2. Cimento ionómero de vidro modificado por resina

Como resposta às desvantagens inerentes aos ionómeros de vidro convencionais (CIVC), no final dos anos 80 foram introduzidos os ionómero de vidro modificado por resinas (CIVMR) (Lohbauer, 2009), oferecendo melhorias no que diz respeito às propriedades físicas e à sensibilidade à humidade, e mantendo vantagens como a adesão e a libertação de flúor (Sidhu, 2010).

À semelhança dos ionómeros de vidro convencionais, os modificados por resinas apresentam na sua constituição ácido poliacrílico e um pó básico de vidro, no entanto a estes elementos são adicionados monómeros hidrofílicos resinosos, como o grupo 2-hidroxietil-metacrilato (HEMA) (Burke *et al.*, 2006; Yelamanchili & Darvell, 2008; Yiu *et al.*, 2004), em pequenas quantidades, que podem variar entre 4,5% e 6% (Sidhu, 2011). Para além destes elementos ainda é possível encontrar na constituição destes ionómeros um fotoiniciador, o que faz com que a polimerização deste material se inicie assim que este for irradiado por luz visível (Lohbauer, 2009).

Assim sendo a reação de preza dos CIVMR consiste numa reação ácido-base (química), igual à que ocorre nos cimentos de ionómero de vidro convencionais,

seguida de uma reação física, a polimerização da resina que o constitui (Maneenut, Sakoolnamarka & Tyas, 2010). O fato de este material possuir uma dupla polimerização faz com que possua maior resistência à flexão e à tração, maior módulo de elasticidade e maior resistência ao desgaste que os cimentos de ionómero de vidro convencionais. (Xie, Brantley, Culbertson & Wang, 2000)

Para além de todas as vantagens comuns aos CIVC, este material apresenta ainda como vantagem o fato de possuir maior tempo de trabalho e menor tempo de preza, fazendo com que este material seja bastante útil na prática de odontopediatria (Lohbauer, 2009). O fato de ser um material fotopolimerizável traz-lhe outras vantagens, como a redução da sensibilidade à humidade e a diminuição da desidratação normalmente associada à fase inicial da reação ácido-base dos CIVC. (Yelamanchili & Darvell, 2008)

Por outro lado a presença de monómeros orgânicos, como os HEMA que se conseguem difundir pela dentina até chegar à polpa, constitui uma desvantagem dos cimentos de ionómero de vidro modificados por resina, pois estes podem provocar reações biológicas adversas, tais como: toxicidade local e sistémica, reações pulpares e reações alérgicas (Bakopoulou, Papadopoulos & Garefis, 2009; Costa, Ribeiro, Giro, Randall & Hebling, 2011). Contudo, uma vez que o dano inicial é leve e que com o tempo este diminui até alcançar a cura, considera-se que os CIVMR possuem uma biocompatibilidade aceitável (Costa *et al.*, 2011). Outra desvantagem resultante da presença destes monómeros de resina é a contração de polimerização (Kleverlaan *et al.*, 2004)

Este material possui uma grande variedade de utilizações, podendo ser aplicado como material restaurador, material de cimentação, protetor pulpar indireto e ainda selante de fossas e fissuras (Maneenut *et al.*, 2010), daí os CIVMR terem ganho grande popularidade e atualmente serem bastante utilizados na prática de odontopediatria (Aguiar, 2010). Estes ionómeros são bastante úteis quando é necessária uma boa adesão a longo prazo, como nos casos de lesões cervicais não cariadas. Existe também alguma evidência de que este material está associado a uma

baixa incidência de cáries secundárias, bem como ao fato de ter a capacidade de remineralizar dentina afetada (Maneenut *et al.*, 2010; Sidhu, 2011).

Vários estudos foram realizados para avaliar as propriedades físicas dos cimentos de ionómero de vidro modificados por resina (Sidhu, 2010). Num estudo realizado por Maneenut e Tyas (1995) avaliou-se a retenção do CIVMR em classes V resultantes de abrasão e verificou-se que após um ano a retenção foi excelente, não se verificando nenhum caso de insucesso. Noutro estudo mais extenso também não se verificaram perdas de restaurações de CIVMR, mesmo após dois anos (Abdalla & Alhadainy, 1997).

Outra das propriedades analisadas foi a adaptação marginal, concluindo-se através de um estudo que após 18 meses esta adaptação é fraca e que em algumas restaurações verificou-se descoloração das margens (Neo, Chew, Yap & Sidhu, 1996). Contudo existe uma considerável variação dos resultados no que diz respeito a esta propriedade, este fator deve-se aos diferentes tipos de margem, à localização da margem (esmalte ou dentina), ao CIVMR utilizado, bem como à existência ou não de cárie inicialmente (Sidhu, 2010).

No que diz respeito à anatomia, a longo prazo os CIVMR não apresentam bons resultados (Sidhu, 2010). Um estudo com a duração de 3 anos comprova isso mesmo. Este comparou dois CIVMR com resina composta, no que diz respeito à textura de superfície e ao contorno da restauração, concluindo que os CIVMR apresentam piores resultados que a resina composta (Folwaczny, Loher, Mehl, Kunzelmann & Hickel, 2001).

Um estudo realizado por Johnston e Reisbick (1997) comparando a alteração da cor de um cimento de ionómero de vidro modificado por resina e de uma resina composta, concluiu que ocorreu maior alteração da cor no CIVMR. No entanto através de outra investigação também é possível concluir que tanto o CIVMR como a resina composta possuem melhores propriedades estéticas do que os cimentos de ionómero de vidro convencionais (Gladys, Meerbeek, Lambrechts & Vanherle, 1999).



#### 4. Resina composta

A resina composta foi introduzida pela primeira vez em meados de 1960, tendo como características o fato de ser quimicamente ativada e de estar indicada para restaurações de classes III, IV e V. As propriedades mecânicas eram bastante fracas uma vez que as partículas de carga destas resinas eram maiores e encontravam-se em menor quantidade (Jackson & Morgan, 2001). Nos anos 70 ocorreu um grande avanço no que diz respeito a este material, passando este a ser fotopolimerizável (Hofmann, Hugo & Klaiber, 2002). Esta nova característica deu novas propriedades físicas às resinas compostas tornando-as mais resistentes ao desgaste e à pigmentação (Jackson & Morgan, 2001).

As resinas compostas encontram-se entre os materiais dentários mais utilizados na prática clínica para a realização de restaurações estéticas. Isto deve-se ao fato de possuírem a capacidade de aderir ao esmalte e à dentina, de serem semelhantes ao dente tanto na cor como nas propriedades mecânicas e de terem custo relativamente baixo (Lu, Roeder, Lei & Powers, 2005).

Este material é utilizado em inúmeras situações possuindo diversas aplicações, tais como: restaurações diretas, forro cavitário, selantes de fossas e fissuras, construções de núcleos, inlays, onlays, coroas, restaurações provisórias, cimentação de próteses unitárias ou múltiplas e de dispositivos ortodônticos, entre outros (Ferracane, 2011).

As resinas compostas embora possuam como base a mesma constituição, é possível distingui-las devido às diferentes formulações que apresentam dependendo das suas funções específicas. Todas elas são constituídas por uma matriz polimérica (matéria orgânica), partículas de carga (matéria inorgânica), um silano, que funciona como agente de ligação entre a matriz orgânica e as partículas de carga, um aditivo que promove ou modula a reação de polimerização (canforoquinona) e pigmentos

(Hervás-García, Martínez-Lozano, Cabanes-Vila, Barjau-Escribano, & Fos-Galve, 2006; Klapdohr & Moszner, 2004).

A matéria orgânica é na maioria das vezes constituída por um monómero de alta viscosidade, o bisfenol  $\alpha$ -glicidil metacrilato (Bis-GMA), ou pelo uretano dimetacrilato (UDMA). Com a finalidade de diminuir a viscosidade geralmente são adicionados monómeros de baixo peso molecular como o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA), etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA) (Ferracane, 2011).

A matéria inorgânica é responsável pelas características físicas e mecânicas da resina, assim ela é adicionada à matéria orgânica com o intuito de melhorar as suas propriedades. As partículas de carga trazem diversas vantagens às resinas compostas pois diminuem o seu coeficiente de expansão térmica, diminuem a contração de polimerização, conferem-lhes radiopacidade, melhoram a sua manipulação e fazem com que sejam materiais mais estéticos (Hervás-García *et al.*, 2006).

Apesar das resinas compostas terem sofrido ao longo do tempo várias melhorias, a pigmentação deste material continua a constituir um problema (Demirci, Sancakli, & Uysal, 2008). As que absorvem mais água e que são mais hidrofílicas encontram-se mais suscetíveis à pigmentação, uma vez que os pigmentos são absorvidos juntamente com a água para o interior da matriz (Ren, Feng, Serban, & Malmstrom, 2012).

#### 4.1. Resina composta microhíbrida

Estas resinas resultam de uma mistura de macropartículas com micropartículas, constituindo a parte inorgânica 70 a 80% do peso total do compósito. As micropartículas, constituídas por sílica coloidal, correspondem a 10-20%, enquanto as macropartículas são constituídas por vidro e correspondem a cerca de 60% (Ferracane, 2001; Júnior, Cardoso, Magalhães, Silva & Beatrice, 2011).

As resinas microhíbridas são apresentadas como tendo excelentes propriedades físicas, devendo-se isto ao fato de possuírem partículas de carga muito pequenas, entre os 0.6 e 0.7  $\mu\text{m}$ , por apresentarem tamanhos muito uniformes e também graças à forma como estão distribuídas. Estas resinas têm também como vantagens: baixa contração de polimerização, baixo coeficiente de expansão térmica, força, baixos valores de absorção de água, dureza, flexibilidade e ótimo acabamento e polimento (Jackson & Morgan, 2001; LeSage, 2007).

### **III. Materiais e Métodos**

### 1. Hipóteses de estudo:

**Hipótese nula:** Não são verificadas diferenças significativas na quantificação da variação da cor dos materiais restauradores antes e após sua imersão nos vários agentes pigmentantes.

**Hipótese alternativa:** Verificam-se diferenças significativas na quantificação da variação da cor dos materiais restauradores antes e após imersão nos vários agentes pigmentantes.

### 2. Objetivos:

Quantificar a variação da cor de dois cimentos de ionómero de vidro (cimento de ionómero de vidro convencional e cimento de ionómero de vidro modificado por resinas) e de uma resina composta microhíbrida, utilizados na prática de odontopediatria, após serem imersos em diferentes agentes contendo pigmento, através da utilização de um espectrofotômetro.

Nesta investigação recorreu-se ao espectrofotômetro, sendo este aparelho bastante utilizado para quantificar a alteração da cor de materiais restauradores (Singh et al., 2014). Possui como grande vantagem o facto de analisar cada 1-10 nm do espectro visível, sendo por isso mais preciso do que os dispositivos colorimétricos (Ardu, Feilzer, Devigus & Krejci, 2008).

### 3. Materiais:

1. Ativador de Cimento ionómero de vidro (3M ESPE – Minnesota, USA)
2. Vibrador
3. Aplicador de ionómero de vidro (3M ESPE – Minnesota, USA)
4. Espátula angulada (Asa Dental – Bozzano, Italy)

5. Matriz metálica com 5 orifícios com 10mm de diâmetro e 2mm de espessura
6. Placa de vidro de mistura
7. Folha de acetato
8. Álcool
9. Compressas
10. Radiômetro “Model 100 Curing Radiometer” (Demetron Research Corporation – Danbury, USA)
11. Fotopolimerizador “Optilux 501” (Kerr – Middleton, USA)
12. Recipientes para guardar as amostras
13. Água destilada
14. Espectrofotômetro “SpectroShade Micro” (MHT – Niederhasli, Switzerland)
15. Saliva artificial: pH 6,9-7,0 (0,005g  $\text{Na}_2\text{S } 9\text{H}_2\text{O}$ ; 0,4g  $\text{NaCl}$ ; 0,4g  $\text{KCl}$ ; 0,69g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; 1g Ureia; 0,8g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ; 0,2  $\text{CaCl}_2$ ; 1000ml Água destilada)



**Figura 6.** Saliva artificial (grupo controlo)

16. Líquidos pigmentantes utilizados:

- Leite com chocolate *UCAL*<sup>®</sup> (Ingredientes: Leite meio gordo 1,1%; açúcar; cacau 1%; sal refinado, estabilizador E-407 e aromatizante). Lote 217V05
- *Coca-Cola*<sup>®</sup> (Ingrediente: Água, açúcar, dióxido de carbono, corante, caramelo E-150d, acidificante E-338, cafeína e aromas naturais). Lote 2G09:46

- *Ice-Tea*<sup>®</sup> de pêssego (Ingredientes: Água e extracto de chá preto 4,7%; açúcar; reguladores de acidez, ácido cítrico, citrato de sódio; sumo de pêssego à base de concentrado 0,1%; aromas; antioxidante, ácido ascórbico; edulcorante, glicosídeos de esteviol). Lote 4239018891

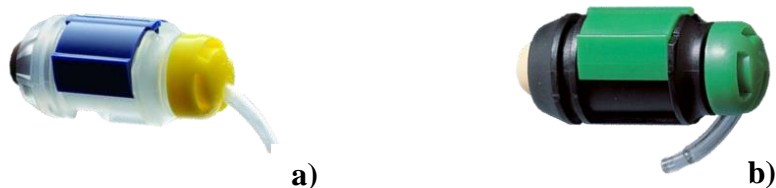


**Figura 7.** Líquidos pigmentantes utilizados: a) Leite com chocolate *UCAL*<sup>®</sup> b) *Coca-Cola*<sup>®</sup> c) *Ice-Tea*<sup>®</sup> de pêssego

#### 17. Cimentos ionómero de vidro utilizados:

- Ketac<sup>™</sup> Molar A2 (3M ESPE – Minnesota, USA); Relação pó/líquido de 3,4:1; Constituição do líquido: 75% de ácido poliacarboxílico; Constituição do pó: 25% de ácido poliacarboxílico, partículas de vidro muito finas e radiopacas (alumínio, cálcio, lantânio e fluorsilicato de vidro); 90% das partículas apresentam tamanho inferior a 9µm e 10% inferior a 1µm. Lote 545556

- Photac™ Fil A2 (3M ESPE – Minnesota, USA); Constituição do líquido: Monómeros e oligómeros compatíveis como ionómero de vidro, Ácido poliacrílico e maleico, Estabilizadores (agentes quelantes e iões captadores de radicais), Água e Canforoquinona; Constituição do pó: Partículas de vidro radiopacas (sódio, cálcio, alumínio, lantânio e fluorsilicato de vidro), Fotoiniciador (amina). Lote 537890



**Figura 8.** Cimentos de Ionómero de Vidro utilizados: a) Ketac™ Molar A2 (3M ESPE – Minnesota, USA); b) Photac™ Fil A2 (3M ESPE – Minnesota, USA)

#### 18. Resina composta utilizada:

- Filtek™ z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA) – Resina composta microhíbrida que possui partículas de quartzo entre 0,01µm a 3,5µm com dimensões médias de 0,6µm. Matriz Orgânica: bis-EMA, UDMA e TEGDMA (40%); Partículas de carga (60%). Lote N533026



**Figura 9.** Resina Composta utilizada: Filtek™ z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA)

#### 4. Método utilizado:

1. As amostras de cimento ionómero de vidro e de resina composta foram confeccionadas em forma de disco, através da sua colocação numa matriz metálicas com 10mm de diâmetro e 2 mm de espessura (fig.10), com uma espátula angulada. Entre a placa de vidro de mistura e os materiais restauradores foram colocadas folhas

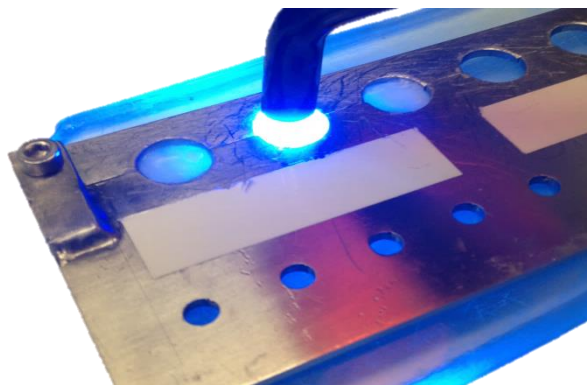


de acetato. Foram produzidos 40 discos de cada cimento ionómero de vidro (40x2) e 40 discos de resina composta, fazendo um total de 120 amostras (n=120), que foram divididas em 8 grupos de acordo com os diferentes materiais restauradores e os diferentes líquidos pigmentantes.



**Figura 10.** Matriz metálica utilizada para confecção das amostras (10mm de diâmetro e 2mm de espessura)

2. Após a confecção dos discos, as amostras foram fotopolimerizadas, os cimentos de ionómero de vidro durante 20 segundos e a resina composta durante 40 segundos, como indicado pelo fabricante, e de seguida armazenadas em recipientes específicos. Para garantir que a intensidade do fotopolimerizador não atingia valores inferiores a  $400 \text{ mW/cm}^2$  a cada 4 utilizações foi medida a sua intensidade utilizando um radiómetro.



**Figura 11.** Fotopolimerização das amostras

3. Os 40 discos de cada cimento ionómero de vidro e os 40 discos de resina composta (120 amostras) foram divididos em 4 grupos, colocando 10 discos de cada material restaurador em 4 líquidos de imersão diferentes: saliva artificial (grupo controlo), leite com chocolate, *Coca-Cola*® e *Ice Tea*® de pêsego (fig.12).



**Figura 12.** Recipientes e respetivos líquidos pigmentantes, utilizados para imersão das amostras. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controlo), *Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssego, *Coca-Cola*<sup>®</sup>, Leite com chocolate.

4. Após imersas nos diferentes líquidos pigmentantes, em recipientes específicos, as 120 amostras foram guardadas numa estufa a 37 °C durante 72 horas.
5. Decorridas as 72 horas procedeu-se à lavagem das amostras em 50 ml de água destilada para serem removidos os resíduos existentes.
6. A leitura das amostras foi realizada através da utilização do Espectofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT-Niederhasli, Switzerland).
7. Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente por intermédio da análise com o programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0 para Windows, através da realização de diversos testes, tais como: ANova One-Way, Kolmogorov-Smirnov, Levene, Kruskal-Wallis, ANova com correção de Welch, Mann-Whitney, Tukey e Dunnett.

## 5. Análise estatística

Na presente investigação a variação da cor dos diferentes materiais foi medida utilizando o sistema CIE L\* a\* b\*. A variação cromática foi determinada pela diferença entre as coordenadas L\*, a\* e b\* obtidas após imersão dos discos nos diferentes agentes pigmentantes (*Coca-Cola*<sup>®</sup>, Leite com chocolate e *Ice-Tea*<sup>®</sup> de

pêssego) e as coordenadas L\*, a\* e b\* correspondentes à média de 10 discos imersos em saliva artificial (grupo controlo). Assim a fórmula que nos permite determinar a estabilidade da cor é a seguinte:  $\Delta E = [(L^* \text{ final} - L^* \text{ média do grupo de controlo})^2 + (a^* \text{ final} - a^* \text{ média do grupo de controlo})^2 + (b^* \text{ final} - b^* \text{ média do grupo de controlo})^2]^{1/2}$ .

Para testar as diferenças no grau de pigmentação utilizou-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância  $\leq 0,05$ .

Para testar as diferenças da variação cromática entre grupos de materiais restauradores e dentro do mesmo grupo de material restaurador, mas com agentes pigmentantes diferentes, utilizou-se o teste ANova One-Way por comparar mais de dois grupos e devido ao facto da variável dependente ser do tipo quantitativo. Para a utilização deste teste existem dois pressupostos que têm que se verificar: o pressuposto de normalidade de distribuição e o pressuposto de homogeneidade de variâncias. A fim de analisar estes pressupostos foram utilizados os testes Kolmogorov-Smirnov e o teste de Levene respectivamente.

Quando o pressuposto de normalidade não foi satisfeito utilizou-se como alternativa o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Já quando o pressuposto de homogeneidade de variâncias não foi satisfeito recorreu-se ao teste ANova com correção de Welch.

Quando a hipótese nula do teste ANova foi rejeitada, isto é, quando se concluiu que existiam diferenças significativas entre os valores médios de pelo menos duas populações, efectuou-se o teste de comparações múltiplas de Tuckey. Por sua vez, quando o mesmo ocorreu com o teste ANova com correção de Welch o teste de comparações múltiplas utilizado foi o Dunnett T3, recomendado para amostras de dimensões mais reduzidas. Estes testes de comparações múltiplas foram utilizados para determinar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

A análise estatística foi efectuada com o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0 para *Windows*.

## **IV. Resultados**

Após finalizadas as 72 horas de imersão das amostras nos respectivos agentes pigmentantes procedeu-se à leitura das mesmas no espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland). Consequentemente, recorrendo à análise estatística foram efetuadas duas comparações: comparou-se a variação da cor do Filtek Z250, do Ketac Molar e do Photac fil após imersão em cada agente pigmentante, ou seja procedeu-se a uma comparação de materiais; e foi também realizada uma comparação de agentes pigmentantes, isto é, quantificou-se a variação da cor do mesmo material restaurador em relação aos diferentes pigmentantes.

Actualmente é considerado que valores de  $\Delta E$  entre 1 e 3 são perceptíveis a olho nu no entanto apenas valores de  $\Delta E$  acima de 3,3 são considerados clinicamente inaceitáveis (Mundim *et al.*, 2010).

## 1. Comparação de materiais

### 1.1 Solução: Coca-Cola®

	Filtek™ z250		Ketac™ Molar		Photac™ Fil		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
Coca-Cola®	1,11	0,40	22,29	1,55	5,76	0,83	0,000*

\* $p \leq 0,05$

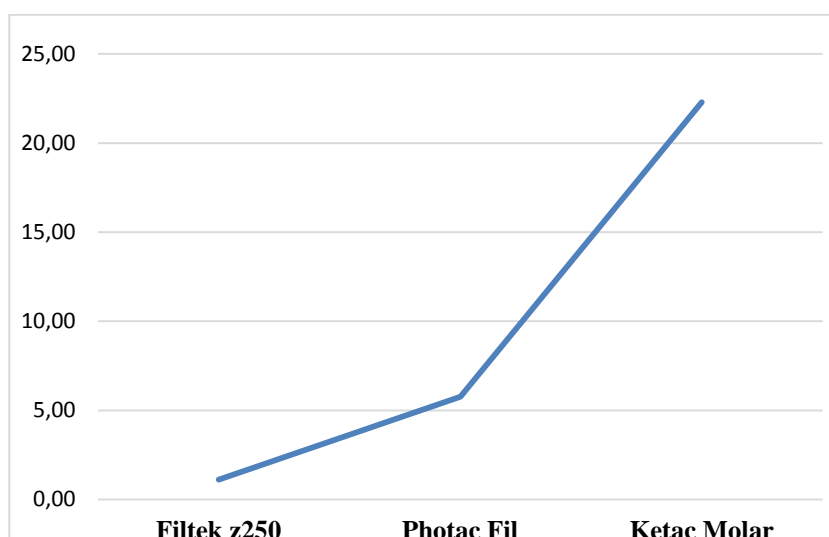
**Tabela 1.** Filtek™ z250 vs Ketac™ Molar vs Photac™ Fil (Coca-Cola®)

Agente		Mean Difference (I-J)	Sig.
<b>Filtek™ z250</b>	Photac™ Fil	-4.657673303662687*	.000
	Ketac™ Molar	-21.182465441583684*	.000
<b>Photac™ Fil</b>	Filtek™ z250	4.657673303662687*	.000
	Ketac™ Molar	-16.524792137920997*	.000
<b>Ketac™ Molar</b>	Filtek™ z250	21.182465441583684*	.000
	Photac™ Fil	16.524792137920997*	.000

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Tabela 2.** Teste de Dunnett 1

No grupo *Coca-Cola*<sup>®</sup> a hipótese de normalidade foi verificada para as três populações porém, após a realização do teste de Levene, conclui-se que a hipótese de igualdade de variâncias foi rejeitada. Perante esta situação foi aplicado o teste da ANOVA com correção de Welch e o teste de comparações múltiplas Dunnett T3. Para o teste da ANOVA obteve-se o valor  $F(2,27) = 1136.879$  e um *valor* –  $p \approx 0$  o que leva a concluir que o valor de pigmentação provocada *Coca-Cola*<sup>®</sup> nos diferentes materiais é significativamente diferente (tabela 1). Procedendo ao teste de comparações múltiplas conclui-se que existem diferenças significativas entre todos os materiais, como se pode verificar através da análise da tabela 2.



**Gráfico 1.** Comparação de materiais (agente pigmentante: *Coca-Cola*<sup>®</sup>)



**Figura 13.** A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em *Coca-Cola*<sup>®</sup>. Da esquerda para a direita: Filtek<sup>™</sup> z250, Photac<sup>™</sup> Fil e Ketac<sup>™</sup> Molar

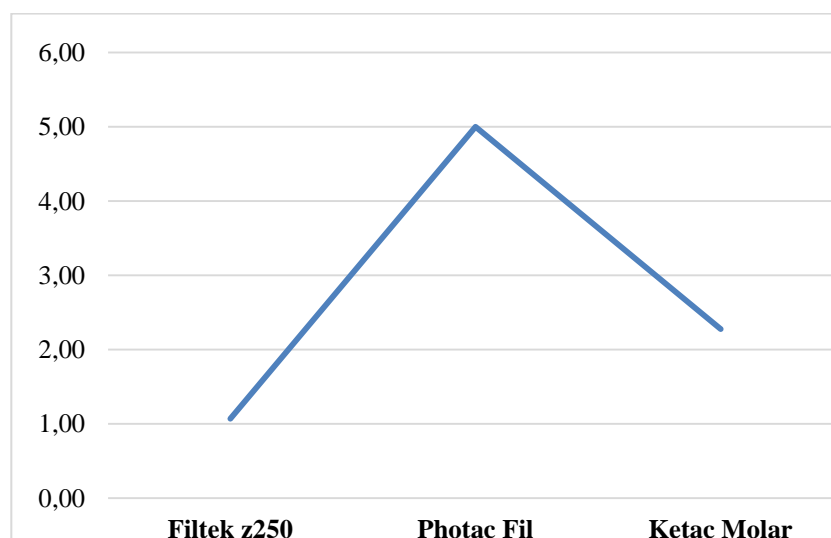
## 1.2 Solução: Leite com chocolate

	Filtek™ z250		Ketac™ Molar		Photac™ Fil		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
Leite c/ chocolate	1,07	0,40	2,28	0,55	5,00	0,41	0,000*

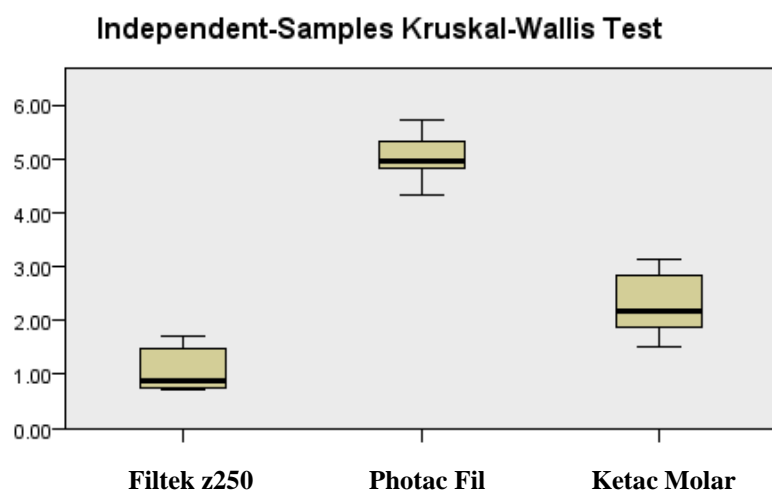
\* $p \leq 0,05$

**Tabela 3.** Filtek™ z250 vs Ketac™ Molar vs Photac™ Fil (Leite com chocolate)

Pela análise da tabela 3 foi possível concluir que existem diferenças entre os níveis de pigmentação provocados pelo Leite com chocolate nos diferentes materiais, apresentando o Photac™ Fil valores mais elevados. Uma vez que as populações não se encontravam normalmente distribuídas foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal- Wallis, através do qual foi obtido o valor da estatística teste  $\chi^2(2) = 25.055$  e o *valor - p*  $\approx 0$ , concluindo assim que os valores de pigmentação provocados pelo Leite com chocolate são significativamente diferentes.



**Gráfico 2.** Comparação de materiais (agente pigmentante: Leite com chocolate)



**Gráfico 3.** Comparações múltiplas de materiais (agente pigmentante: Leite com chocolate)



**Figura 14.** A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em Leite com chocolate. Da esquerda para a direita: Filtek<sup>TM</sup> z250, Photac<sup>TM</sup> Fil e Ketac<sup>TM</sup> Molar

### 1.3 Solução: *Ice-Tea*<sup>®</sup> de pêssego

	Filtek <sup>TM</sup> z250		Ketac <sup>TM</sup> Molar		Photac <sup>TM</sup> Fil		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
<i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> pêssego	2,67	0,46	9,33	0,53	6,10	0,47	0,000*

\* $p \leq 0,05$

**Tabela 4.** Filtek<sup>TM</sup> z250 vs Ketac<sup>TM</sup> Molar vs Photac<sup>TM</sup> Fil (*Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssego)

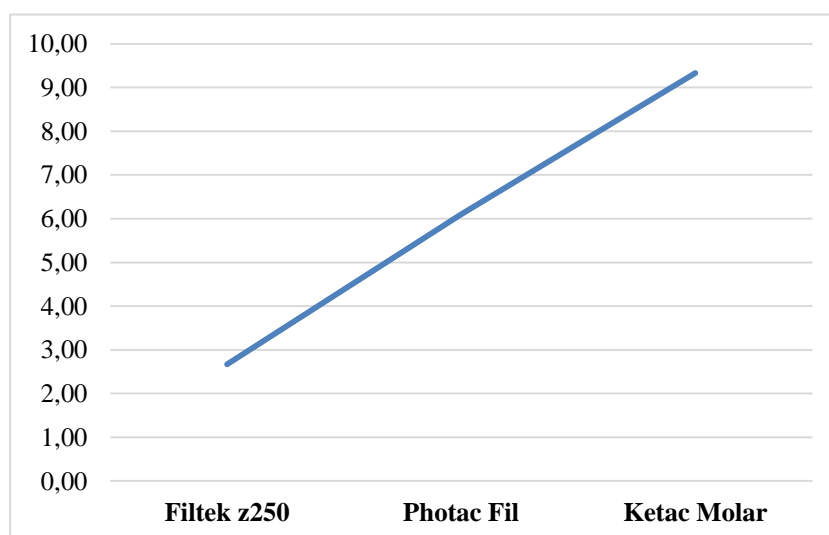


Agente		Mean Difference (I-J)	Sig.
<b>Filtek™ z250</b>	Photac™ Fil	-3.428776499827448*	.000
	Ketac™ Molar	-6.660110284392568*	.000
<b>Photac™ Fil</b>	Filtek™ z250	3.428776499827448*	.000
	Ketac™ Molar	-3.231333784565120*	.000
<b>Ketac™ Molar</b>	Filtek™ z250	6.660110284392568*	.000
	Photac™ Fil	3.231333784565120*	.000

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Tabela 5.** Teste de Tukey 1

As três populações sujeitas à pigmentação pelo *Ice-Tea*<sup>®</sup> de pêssego apresentaram as duas condições de aplicabilidade do teste da ANOVA e por isso não foi necessária nenhuma correção. Foi então obtido o valor para a estatística de teste  $F(2,27)=461,848$  e um *valor - p*  $\approx 0$  (tabela 4), concluindo assim que a diferença entre as populações é estatisticamente significativa. A análise do teste de comparações múltiplas de Tukey (tabela 5) indica-nos que existem diferenças significativas entre todas as populações.



**Gráfico 4.** Comparação de materiais (agente pigmentante: *Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssego)



**Figura 15.** A imagem apresenta um espécime de cada material utilizado no estudo, após pigmentação em *Ice Tea*® de pêssego. Da esquerda para a direita: Filtek™ z250, Photac™ Fil e Ketac™ Molar

## 2. Comparação de soluções

### 2.1 Material: Filtek™ z250

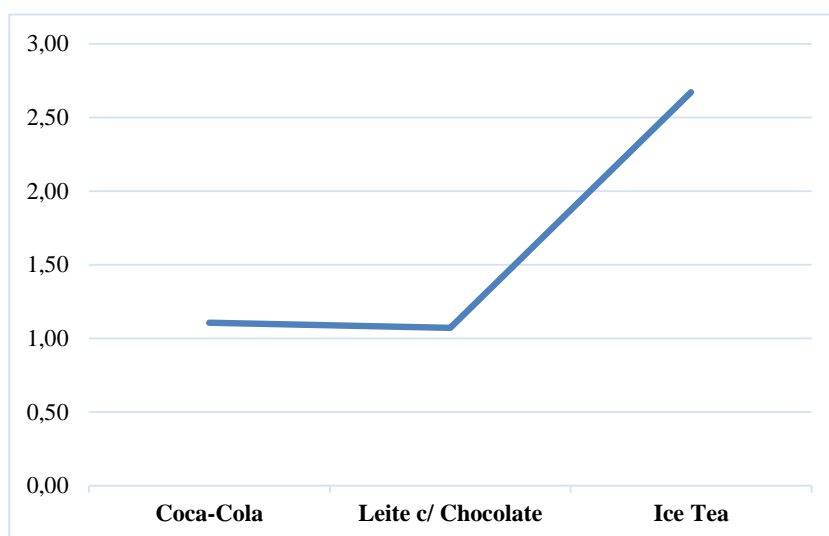
	<i>Coca-Cola</i> ®		Leite c/ chocolate		<i>Ice Tea</i> ® pêssego		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
Filtek™ z250	1,11	0,40	1,07	0,40	2,67	0,46	0,000*

\* $p \leq 0,05$

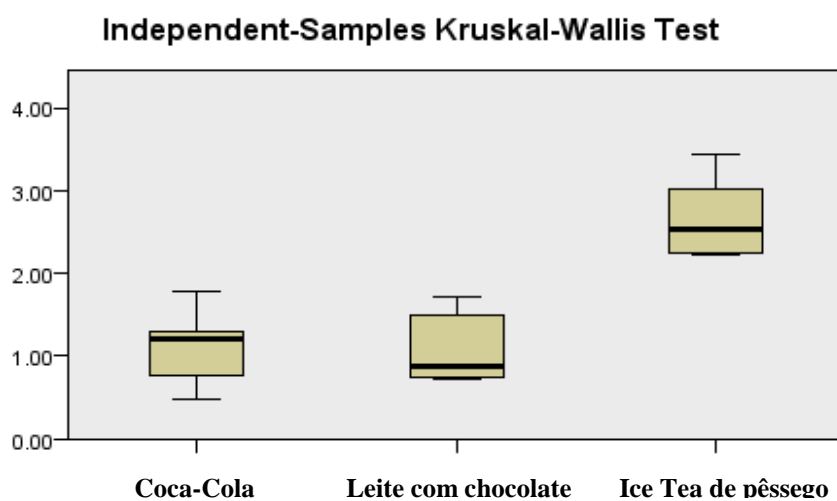
**Tabela 6.** *Coca-cola*® vs Leite com chocolate vs *Ice Tea*® de pêssego (Filtek™ z 250)

Pela análise da tabela 6 foi possível concluir que existem diferenças significativas entre os níveis de pigmentação da resina composta pelos diferentes agentes pigmentantes, apresentando o *Ice-Tea*® de pêssego valores mais elevados. Através do teste não paramétrico de Kruskal- Wallis (gráfico 6), utilizado uma vez que a hipótese de normalidade falhava para a população Leite com chocolate, podemos afirmar que a nossa conclusão é sustentada estatisticamente uma vez que o valor observado da estatística teste é  $\chi^2(2) = 19,419$  e o *valor – p*  $\approx 0$  sendo portanto a hipótese de igualdade de médias entre as três populações rejeitada. Uma vez que as diferenças entre a *Coca-Cola*® e o Leite com chocolate são mais reduzidas e rejeitando a hipótese de normalidade entre as populações, foi realizado um teste específico para comparar estas duas populações. Foi realizado então o teste de Mann- Whitney, obtendo um valor de  $Z = -0.378$  para a estatística de teste e um *valor – p*  $= 0.739$ . Concluiu-se então que as diferenças entre as médias não são significativas, concluindo também que

a pigmentação provocada pela *Coca-Cola*<sup>®</sup>, em média, é igual à pigmentação provocada pelo leite com chocolate na resina composta Filtek<sup>™</sup> z250.



**Gráfico 5.** Comparação de soluções (material: Filtek<sup>™</sup> z250)



**Gráfico 6.** Comparações múltiplas de soluções (material: Filtek<sup>™</sup> z250)



**Figura 16.** A imagem apresenta os espécimes de Filtek™ z250 após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controlo), *Coca-Cola*®, Leite com chocolate e *Ice Tea*® de pêssago

## 2.2 Material: Ketac Molar

	<i>Coca-Cola</i> ®		Leite com chocolate		<i>Ice Tea</i> ® pêssago		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
Ketak™ Molar	22,29	1,55	2,28	0,55	9,33	0,53	0,000*

\* $p \leq 0,05$

**Tabela 7.** *Coca-cola*® vs Leite com chocolate vs *Ice Tea*® de pêssago (Ketac™ Molar)

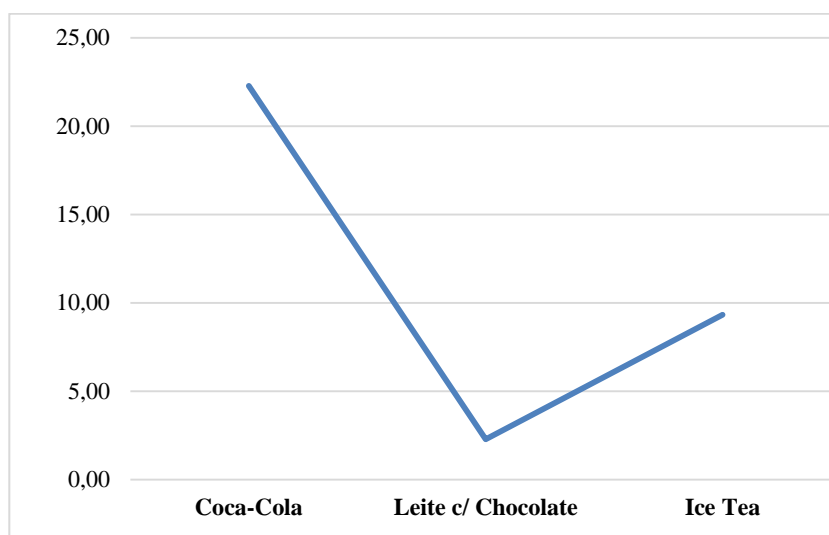
Agente		Mean Difference (I-J)	Sig.
<i>Coca-Cola</i> ®	Leite c/ chocolate	20.011047744113560*	.000
	<i>Ice Tea</i> ® de pêssago	12.957084601061070*	.000
Leite com chocolate	<i>Coca-Cola</i> ®	-20.011047744113560*	.000
	<i>Ice Tea</i> ® de pêssago	-7.053963143052493*	.000
<i>Ice Tea</i> ® de pêssago	<i>Coca-Cola</i> ®	-12.957084601061070*	.000
	Leite c/ chocolate	7.053963143052493*	.000

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Tabela 8.** Teste de Dunnett 2

No grupo Ketac™ Molar1 a hipótese de normalidade foi verificada para as três populações porém após a realização do teste de Levene conclui-se que a hipótese de igualdade de variâncias é rejeitada. Perante esta situação foi aplicado o teste da ANOVA com correcção de Welch e o teste de comparações múltiplas Dunnett T3. Para

o teste da ANOVA obteve-se o valor  $F(2,27)= 1032,073$  e um *valor – p*  $\approx 0$  (tabela 7) o que leva a concluir que o valor de pigmentação das diferentes soluções é significativamente diferente. Procedendo ao teste de comparações múltiplas conclui-se que existem diferenças significativas entre todas as bebidas (tabela 8).



**Gráfico 7.** Comparação de soluções (material: Ketac™ Molar)



**Figura 17.** A imagem apresenta os espécimes de Ketac™ Molar após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controlo), Coca-Cola®, Leite com chocolate e Ice Tea® de pêssgo

2.3 Material: Photac<sup>TM</sup> Fil

	<i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup>		Leite c/ chocolate		<i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> pêssego		Sig.
	M	DP	M	DP	M	DP	
Photac <sup>TM</sup> Fil	5,76	0,83	5,00	0,41	6,10	0,47	0,001*

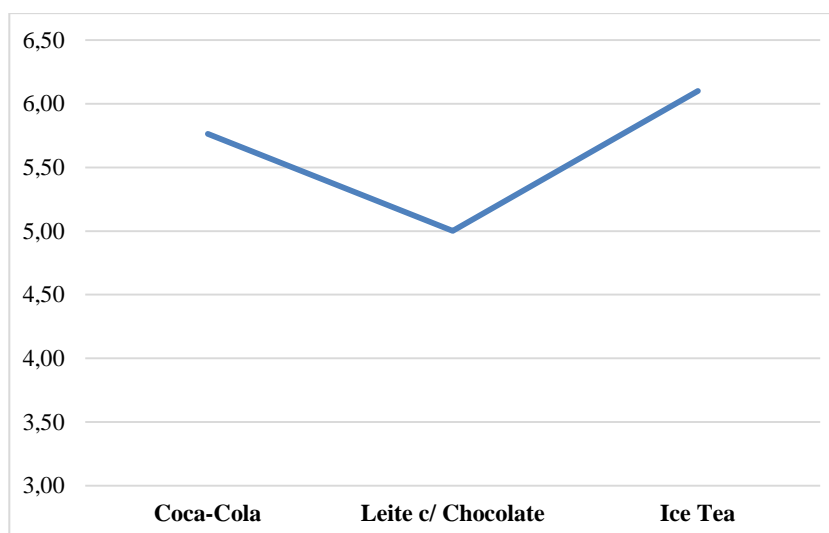
\* $p \leq 0,05$ **Tabela 9.** *Coca-Cola*<sup>®</sup> vs Leite com chocolate vs *Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssego (Photac<sup>TM</sup> Fil)

Agente		Mean Difference (I-J)	Sig.
<i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup>	Leite c/ chocolate	0,763591979756061	0,062
	<i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego	-0,336373752294807	0,619
Leite com chocolate	<i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup>	-0,763591979756061	0,062
	<i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego	-1.099965732050868*	0,000
<i>Ice Tea</i> <sup>®</sup> de pêssego	<i>Coca-Cola</i> <sup>®</sup>	0,336373752294807	0,619
	Leite c/ chocolate	1.099965732050868*	0,000

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Tabela 10.** Teste de Dunnett 3

Assim como no grupo Ketac<sup>TM</sup> Molar, também no grupo Photac<sup>TM</sup> Fil a hipótese de normalidade foi verificada para as três populações e mais uma vez após a realização do teste de Levene conclui-se que a hipótese de igualdade de variâncias é rejeitada. Perante esta situação e tal como foi realizado anteriormente, foi aplicado o teste da ANOVA com correcção de Welch e o teste de comparações múltiplas Dunnett T3. Para o teste da ANOVA obteve-se o valor  $F(2,27) = 8,771$  e um *valor* —  $p \approx 0$  (tabela 9) o que leva a concluir que o valor de pigmentação das diferentes soluções é significativamente diferente. Procedendo ao teste de comparações múltiplas (tabela 10) conclui-se que apenas existem diferenças significativas entre o Leite com chocolate e o *Ice-Tea*<sup>®</sup>, sendo que o *Ice-Tea*<sup>®</sup> tem um valor de pigmentação mais elevado.



**Gráfico 8.** Comparação de soluções (material: Photac™ Fil)



**Figura 18.** A imagem apresenta os espécimes de Photac™ Fil após imersos nos vários agentes pigmentantes. Da esquerda para a direita: Saliva artificial (grupo controle), Coca-Cola®, Leite com chocolate e Ice Tea® de pêssego

## **V. Discussão**



Neste estudo foi avaliada a variação da cor de dois cimentos de ionómero de vidro (cimento de ionómero de vidro convencional e cimento de ionómero de vidro modificado por resinas) e de uma resina composta microhíbrida, utilizados na prática de odontopediatria, após serem imersos em diferentes agentes contendo pigmento.

As características da superfície do material restaurador, entre elas a cor e o brilho, são componentes referentes à estética bastante importantes para caracterizar uma restauração como aceitável.

Para ser clinicamente aceitável é importante que o material apresente uma cor o mais semelhante possível ao dente após a sua aplicação, de forma a conferir um aspeto estético, e é também imprescindível que este se mantenha com o passar do tempo. Vários autores afirmam que valores de  $\Delta E$  entre 1 e 3 são perceptíveis a olho nu e que acima de 3,3 são clinicamente inaceitáveis (Mundim et al., 2010).

Em odontopediatria a estabilidade da cor dos materiais restauradores é bastante importante, não só por motivos estéticos, mas também devido à dificuldade que por vezes está associada ao tratamento de crianças e à ansiedade que pode ocorrer devido às múltiplas visitas ao dentista.

As alterações de cor das estruturas dentárias e dos materiais restauradores podem ocorrer devido a fatores intrínsecos e extrínsecos. Diversos estudos sugerem que a dieta é um dos factores que leva ao desenvolvimento de pigmentação extrínseca (Ayad, 2007; Bagheri, Burrow, & Tyas, 2005; Curtin, Lu, Milledge, Hong & Peterson, 2008; Ren *et al.*, 2012; Tunc, Bayrak, Guler, & Tuloglu, 2009; Yousef & Abo el Naga A., 2012). Os materiais restauradores estando constantemente sujeitos ao ambiente oral e diariamente expostos a saliva, alimentos e bebidas, podem por isso sofrer alteração da sua cor.

A presença de refrigerantes na dieta da população tem aumentado bastante nos últimos anos, sendo as crianças e jovens grandes consumidores desse tipo de bebidas. Para além dos refrigerantes também o leite com chocolate está frequentemente presente na alimentação desta faixa etária, daí a escolha da *Coca-Cola*<sup>®</sup>, *Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssgo e Leite com chocolate para integrarem este estudo.

Apesar da existência de vários estudos que testam o efeito da *Coca-Cola*<sup>®</sup> na estabilidade cromática de diversos materiais restauradores (Ayad, 2007; Bagheri *et al.*, 2005; Guler, Yilmaz, Kulunk, Guler, & Kurt, 2005; Mundim *et al.*, 2010; Ren *et al.*, 2012; Yousef & Abo el Naga A., 2012), o número de investigações utilizando como agente pigmentante o leite com chocolate é bastante limitado (Curtin *et al.*, 2008; Tunc *et al.*, 2009).

A alteração de cor provocada pelos agentes pigmentantes nos materiais restauradores utilizados neste estudo foi avaliada através da utilização de um espectrofotômetro, pois este elimina a subjetividade da análise feita através de comparação visual (Anusavice *et al.*, 2013). Uma vez que a *American Dental Association* recomenda a utilização do sistema CIE L\*a\*b\* para avaliar possíveis alterações de cor, recorrendo à fórmula de variação de cor ( $\Delta E$ ) que utiliza as coordenadas L\*, a\* e b\*, foi este sistema utilizado nesta investigação (Ayad, 2007).

Todas as soluções utilizadas neste estudo provocaram uma alteração da cor perceptível a olho nu dos três materiais testados, e somente no caso da resina Filtek<sup>™</sup> z250 essa alteração foi clinicamente aceitável.

O potencial de pigmentação das bebidas varia de acordo com a sua composição entre outras características. Neste estudo a maior alteração de cor foi provocada pelo *Ice Tea*<sup>®</sup> de pêssago, seguido pela *Coca-Cola*<sup>®</sup>, sendo o Leite com chocolate a solução que menor variação cromática provocou.

Guler *et al.* (Guler *et al.*, 2005) realizaram um estudo que teve por objetivo quantificar a variação de cor de diversos materiais restauradores. Neste estudo utilizaram uma resina composta microhíbrida também utilizada na presente investigação, o Filtek<sup>™</sup> z250. Este material foi imerso em inúmeras soluções pigmentantes entre elas a *Coca-Cola*<sup>®</sup> e um chá, que embora não seja o mesmo utilizado nesta investigação, os ingredientes são semelhantes. No estudo de Guler *et al.*, assim como no presente, o chá apresentou valores de pigmentação mais elevados que a *Coca-Cola*<sup>®</sup>, embora o valor de coloração destas duas soluções não ser tão discrepante na nossa investigação. Guler *et al.* afirmaram que a variação da cor das

resinas compostas pode estar relacionada com o tipo de polimerização, partículas de carga, tipo de agentes pigmentantes, entre outros (Guler *et al.*, 2005).

O estudo de Bagheri *et al.* (Bagheri *et al.*, 2005), incide a sua investigação na alteração de cor provocada por agentes pigmentantes em vários Cimentos de Ionómero de Vidro, entre outros materiais restauradores. Apesar de apenas um Cimento de Ionómero de Vidro ser comum às duas investigações, o Photac<sup>TM</sup> Fil (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), verificou-se que, tal como na presente investigação, a pigmentação provocada pelo chá teve valores mais elevados comparando com a provocada pela *Coca-Cola*<sup>®</sup>.

A investigação de Ertas *et al.* (Ertaş, Güler, Yücel, Köprülü, & Güler, 2006), que também utilizou como um dos seus materiais de estudo o Filtek<sup>TM</sup> z250, mais uma vez comprovou que a pigmentação provocada pelo chá é superior à provocada pela *Coca-Cola*<sup>®</sup>.

O estudo de Tunc *et al.* (Tunc *et al.*, 2009), avaliou a susceptibilidade de Cimentos de Ionómero de Vidro e de uma Resina Composta à pigmentação. Apesar dos Cimentos de Ionómero de Vidro utilizados nesse estudo serem diferentes dos utilizados na presente investigação, Fuji<sup>TM</sup> IX (GC Corp, Tokyo, Japan) e Fuji<sup>TM</sup> II LC (GC Corp, Tokyo, Japan), verificou-se que a *Coca-Cola*<sup>®</sup> foi a solução que mais pigmentou, e que por sua vez o Leite com chocolate foi o agente pigmentante que menor valor de pigmentação apresentou, tal como se verificou no presente estudo. Se por um lado a comparação de soluções entre os dois estudos estão de acordo, por outro a comparação de materiais não coincide. No presente estudo, assim como no realizado por Tunc *et al.*, a Resina Composta Filtek<sup>TM</sup> z250 apresentou valores de pigmentação mais reduzidos que o Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina, no entanto enquanto na presente investigação o Cimento de Ionómero de Vidro Convencional foi o material restaurador mais pigmentado, nesse estudo foi o que apresentou valores mais baixos.

A investigação de Nasim *et al.* (Nasim, Neelakantan, Sujeer, & Subbarao, 2010), incide sobre o estudo da estabilidade de cor de várias resinas compostas, utilizando como agentes de pigmentação chá e *Pepsi*<sup>®</sup>. Embora a resina composta microhíbrida

utilizada no estudo não pertença à mesma marca da presente nesta investigação, e apesar dos líquidos pigmentantes não serem também da mesma marca, as suas constituições são semelhantes. No estudo de Nasim et al. (Nasim *et al.*, 2010), tanto o chá como a *Pepsi*<sup>®</sup> provocaram alteração de cor da resina composta, sendo o chá responsável por uma maior variação de cor das amostras do que a *Pepsi*<sup>®</sup>, tal como ocorreu na presente investigação.

Barutcigil e Yildiz (Barutcigil & Yildiz, 2012), realizaram um estudo no qual avaliaram a suscetibilidade de várias resinas composta para a pigmentação. Nessa investigação uma das resinas compostas microhíbridas testadas foi a Filtek<sup>™</sup> z250, resina essa também presente neste estudo. Tal como nesta investigação, no estudo de Barutcigil e Yildiz foram utilizados como líquidos pigmentantes, *Coca-Cola*<sup>®</sup> e chá, sendo que os valores da variância de cor provocada pelo primeiro são inferiores aos apresentados pelo segundo fluido, estando assim em concordância com a presente investigação.

A suscetibilidade de materiais restauradores resinosos para a pigmentação, decorre da presença de monómeros como o bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA), o uretano dimetacrilato (UDMA) e o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA) na matriz destes fazendo com que possuam um meio hidrofílico, levando a uma maior absorção de água e outras soluções, levando a uma alteração de cor do material (Bagheri et al., 2005).

Os Cimentos Ionómero de Vidro Convencionais (CIVC) e os Modificados por Resina (CIVMR) possuem composições diferentes, logo a sua susceptibilidade para sofrer pigmentação é diferente. Cattani-Lorente et al. (Cattani-Lorente, Dupuis, Payan, Moya, & Meyer, 1999) e Small et al. (Small, Watson, Chadwick, & Sidhu, 1998) realizaram estudos que demonstram que a absorção de água por parte do CIVMR é superior à absorvida pelo Convencional devido à absorção desta por parte do HEMA, um componente resinoso presente na constituição do CIVMR. Outra razão que justifica esta diferença pode residir no facto do CIVC possuir maior quantidade de água na sua composição comparativamente com o Modificado por Resina, logo irá absorver menos água e consequentemente menos pigmentos.

No presente estudo podem fazer-se algumas observações em relação à Resina Composta microhíbrida e aos Cimentos Ionómero de Vidro utilizados. Verificou-se que todos os materiais sofreram alteração da sua cor, devido à pigmentação por bebidas que estão presentes no dia-a-dia das crianças. A Resina Composta Filtek™ z250 demonstrou ser menos suscetível à alteração de cor quando comparada com o Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina Photac™ fil, estando este facto de acordo com estudos anteriormente referidos. O Cimento de Ionómero de Vidro Convencional Ketac™ Molar foi o material restaurador que apresentou maiores valores de pigmentação neste estudo, o que vai contra as investigações também aqui referidas. Este facto pode dever-se a uma maior rugosidade da superfície do material utilizado neste estudo, retendo assim maior quantidade de pigmento. Neste estudo todos os agentes contendo pigmento provocaram alteração da cor do material, sendo esta clinicamente inaceitável nos dois Cimentos de Ionómero de Vidro testados, a exceção ocorre com o Leite com Chocolate que não causou este efeito no Ketac™ Molar. O *Ice Tea*® demonstrou ser o agente contendo pigmento que maior alteração de cor provocou nos materiais testados, sendo este seguido pela *Coca-Cola*®.

Esta investigação, assim como outras semelhantes também aqui referidas, levam a concluir que com o passar do tempo a estabilidade de cor de alguns materiais restauradores é deficiente. É responsabilidade do médico dentista optar pelo melhor material, informar tanto a criança como os responsáveis pela mesma sobre a possibilidade de alteração da cor do material restaurador, bem como educá-los no que diz respeito aos hábitos dietéticos e de higiene oral. Estas medidas podem possibilitar uma estabilidade de cor das restaurações mais prolongada.

Apesar de neste estudo as amostras terem sido colocados numa estufa a 37°C, de forma a simular o ambiente oral, estas permaneceram em contato permanente com o agente pigmentante que por sua vez não se encontrava diluído, podendo então considerar este facto uma limitação da investigação. Na cavidade oral para além de não existir este contato permanente, a presença da saliva dilui as soluções e provoca uma alteração de pH das mesmas.

Outra das limitações deste estudo reside na sua duração. Seria interessante alongar um pouco mais o tempo de contato do material restaurador com o agente

pigmentante, não sendo no entanto este contato permanente, mas sim ocorrer em intervalos de tempo definidos.

Para uma melhor avaliação dos materiais em estudo, mais concretamente no que diz respeito à variação de cor dos mesmos após pigmentação, e de forma a combater algumas das suas limitações, teria sido interessante introduzir neste estudo a análise da rugosidade de superfície dos diferentes materiais. Um estudo realizado por Austregésilo e Filho (Austregésilo & Filho, 2009), demonstra que os Cimentos ionómero de vidro modificados por resina possuem menor rugosidade de superfície quando comparados com os Cimentos ionómero de vidro convencionais. Perante as diferenças de rugosidade de superfície que podem ocorrer entre os diferentes materiais restauradores, Saito et al. (Saito, Lovadino, & Kroll, 2000) e Berger et al. (Berger, Palialol, Cavalli, & Giannini, 2011) realizaram estudos para avaliar a possível relação entre este factor e a pigmentação superficial dos materiais restauradores.

Em geral, os Cimentos ionómero de vidro convencionais apresentam valores de microdureza superiores aos modificados por resina (Xie *et al.*, 2000). No futuro, seria interessante realizar uma investigação semelhante à presente introduzindo a análise desta propriedade física, com o intuito de verificar se existe alguma relação entre ela e a susceptibilidade de pigmentação dos materiais restauradores.

Outra das limitações deste estudo decorre da utilização de apenas uma marca de cada material restaurador. Diversos estudos realizados por diferentes investigadores, dão-nos conta de diferenças de pigmentação entre materiais iguais mas de marcas distintas (Bagheri *et al.*, 2005; Barutcigil & Yıldız, 2012; Guler *et al.*, 2005; Mundim *et al.*, 2010). No estudo de Bagheri et al. (Bagheri *et al.*, 2005), foram utilizados dois Cimentos de ionómero de vidro modificados por resina de marcas distintas, enquanto que nos estudos de Guler et al. (Guler *et al.*, 2005), Mundim et al. (Mundim et al., 2010) e Barutcigil e Yildiz (Barutcigil & Yıldız, 2012) foram testadas resinas compostas microhíbridas de diferentes marcas.

## **VI. Conclusão**

Após serem imersos em diferentes agentes contendo pigmento e através da utilização de um espectrofotômetro, a quantificação da variação da cor de dois cimentos de ionômero de vidro e de uma resina composta microhíbrida, materiais utilizados na prática de odontopediatria, foi analisada. Tendo em consideração as limitações desta investigação, pode-se concluir:

- A hipótese nula proposta para esta investigação deve ser rejeitada, uma vez que é possível verificar a existência de diferenças significativas na quantificação da variação cromática de todos os materiais restauradores utilizados, antes e depois da sua imersão nos vários agentes contendo pigmento.
- Ocorreu alteração da cor de todos os materiais testados nesta investigação, após sua imersão nos diferentes agentes contendo pigmento, por um período de 72 horas.
- O material que sofreu maior alteração de cor após pigmentação foi o Ketac<sup>TM</sup> Molar (Cimento de Ionômero de Vidro Convencional), sendo a Coca-Cola<sup>®</sup> o agente pigmentante que causou valores de pigmentação mais elevados. No entanto o Photac<sup>TM</sup> fil (Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina) após ter sido imerso em Leite com chocolate apresentou maior alteração cromática comparando com os restantes materiais imersos no mesmo agente pigmentante.
- O material que sofreu menor alteração cromática após pigmentação, obtendo este resultado para todos os agentes pigmentantes, foi o Filtek<sup>TM</sup> z250 (Resina Composta microhíbrida), sendo o Ice-Tea<sup>®</sup> o responsável por uma maior variação da sua cor.
- O Ice-Tea<sup>®</sup> foi o agente contendo pigmento que, de uma forma geral, causou maior variação da cor.
- O Leite com chocolate foi o agente pigmentante que provocou menor alteração da cor em todos os materiais testados.



- A Resina composta microhíbrida Filtek™ z250, foi o material que apresentou maior estabilidade de cor. Embora a variação de cor provocada pelos três agentes pigmentantes seja visível a olho nu, ela é considerada clinicamente aceitável.
- De uma forma geral a alteração de cor verificada no Ketac™ Molar e no Photac™ fil não só é visível a olho nu como não é clinicamente aceitável.

## **VII. Bibliografia**

Abdalla, A. I., e Alhadainy, H. A. (1997). operative Dentistry Clinical evaluation of hybrid ionomer restoratives in Class V abrasion lesions : Two-year results, 28(4), 255–258.

Aguiar, F. C. S. P. d. (2010). Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina. *Só técnicas estéticas*, 7(1), 20-30

Anusavice K. J., Shen C. e Rawls H. R. (2013). Resin-based composites. *Phillips Science of Dental Materials* (p.277). Missouri, EUA: Elsevier/Saunders

Ardu, S., Feilzer, A. J., Devigus, A., e Krejci, I. (2008). Quantitative clinical evaluation of esthetic properties of incisors. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 24(3), 333–40. doi:10.1016/j.dental.2007.06.005

Austregésilo, S. C., e Filho, P. F. M. (2009). Avaliação da rugosidade superficial de cimentos ionoméricos convencionais e modificados. In *XVII Congresso de Iniciação Científica* (pp. 27–30).

Ayad, N. M. (2007). Susceptibility of restorative materials to staining by common beverages: an in vitro study. *The European Journal of Esthetic Dentistry : Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 2(2), 236–247.

Azer, S. S., Hague, A. L., e Johnston, W. M. (2010). Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. *Journal of Dentistry*, 38(2), pp.106–9. doi:10.1016/j.jdent.2010.07.014

Bagheri, R., Burrow, M. F., e Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, 33(5), 389–398. doi:10.1016/j.jdent.2004.10.018

Bakopoulou, A., Papadopoulos, T., e Garefis, P. (2009). Molecular toxicology of substances released from resin-based dental restorative materials. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(9), 3861–99. doi:10.3390/ijms10093861

Barutçigil, Ç., e Yıldız, M. (2012). Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *Journal of Dentistry*, 40(1), 57–63. doi:10.1016/j.jdent.2011.12.017

Basavanna, R., Gohil, C., e Shivanna, V. (2013). Shade selection. *International Journal of Oral Health Sciences*, 3(1), 26. doi:10.4103/2231-6027.122097

Beresescu, G., e Brezeanu, L. C. (2011). Effect of artificial saliva on the surface roughness of glass-ionomer cements. *Scientific Bulletin of the University of Târgu Mures*, 8(2), 134–137.

Berg, J. H. (1998). The continuum of restorative materials in pediatric dentistry - a review for the clinician. *Pediatric Dentistry*, 20(2), 93–100.

- Berg, J. H. (2002). Glass ionomer cements. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 430–438. Disponível em <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0036719630&partnerID=40&md5=c30f2f45fbda03f67766f89075381e36>
- Berger, S. B., Palialol, A. R. M., Cavalli, V., e Giannini, M. (2011). Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(1), 34–43. doi:10.1111/j.1708-8240.2010.00376.x
- Billington, R. W., Williams, J. a, e Pearson, G. J. (2006). Ion processes in glass ionomer cements. *Journal of Dentistry*, 34(8), 544–55. doi:10.1016/j.jdent.2005.09.008
- Brook, a H., Smith, R. N., e Lath, D. J. (2007). The clinical measurement of tooth colour and stain. *International Dental Journal*, 57(5), 324–330.
- Burke, F. M., Ray, N. J., e McConnell, R. J. (2006). Fluoride-containing restorative materials. *International Dental Journal*, 56(1), 33–43.
- Cattani-Lorente, M. a, Dupuis, V., Payan, J., Moya, F., e Meyer, J. M. (1999). Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 15(1), 71–8. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10483398>
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., e Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38(2), 2–16. doi:10.1016/j.jdent.2010.07.001
- Costa, C. a D. S., Ribeiro, A. P. D., Giro, E. M. A., Randall, R. C., e Hebling, J. (2011). Pulp response after application of two resin modified glass ionomer cements (RMGICs) in deep cavities of prepared human teeth. *Dental Materials*, 27(7), 158–70. doi:10.1016/j.dental.2011.04.002
- Curtin J. A., Lu H., Milledge J. T., Hong L. e Peterson J. (2008). In vitro staining of resin composites by liquids ingested by children. *Pediatric Dentistry*, 30(4), 317-322
- Dagg, H., O'Connell, B., Claffey, N., Byrne, D., e Gorman, C. (2004). The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(9), 900–4. doi:10.1111/j.1365-2842.2004.01310.x
- Davidson, C. L. (2006). Advances in glass-ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 14(1), 3–9.
- Demirci, M., Sancakli, H. S., e Uysal, O. (2008). Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (Dyract) in class V carious lesions: 5-year results. *Clinical Oral Investigations*, 12(2), 157–63. doi:10.1007/s00784-007-0156-6
- Diab, M., Zaazou, M. H., Mubarak, E., e Fahmy, O. M. I. (2007). Effect of Five Commercial Mouthrinses on the Microhardness and Color Stability of Two Resin

Composite Restorative Materials. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(4), 667–674.

Ertas, E., Güler, A. U., Yücel, A. C., Köprülü, H., e Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, 25(2), 371–6. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16916243>

Ferracane, J. L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 29–38. doi:10.1016/j.dental.2010.10.020

Folwaczny, M., Loher, C., Mehl, a, Kunzelmann, K. H., e Hickel, R. (2001). Class V lesions restored with four different tooth-colored materials--3-year results. *Clinical Oral Investigations*, 5(1), 31–9. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11355096>

Frencken, J. E., & Leal, S. C. (2010). The correct use of the ART approach. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 18(1), 1–4. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20379674>

Frencken, J. E., Leal, S. C., e Navarro, M. F. (2012). Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clinical Oral Investigations*, 16(5), 1337–1346. doi:10.1007/s00784-012-0783-4

Gladys, S., Meerbeek, P. Van, Lambrechts, V., e Vanherle, G. (1999). Resin composite in Class V cervical lesions. *Quintessence international*, 30(9), 607–614.

Guler, A. U., Yilmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., e Kurt, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2), 118–24. doi:10.1016/j.prosdent.2005.05.004

Hervás-García, A., Martínez-Lozano, M. A., Cabanes-Vila, J., Barjau-Escribano, A., e Fos-Galve, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*, 11(2), 215–20. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16505805>

Hofmann, N., Hugo, B., e Klaiber, B. (2002). Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *European Journal of Oral Sciences*, 110(6), 471–9. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12507222>

Hse, K. M., Leung, S. K., e Wei, S. H. (1999). Resin-ionomer restorative materials for children: a review. *Australian Dental Journal*, 44(1), 1–11.

Jackson, R. D., e Morgan, M. (2001). The new posterior resins and a simplified placement technique. *JADA*, 131, 375–383.

Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, 3–12. doi:10.1016/j.jdent.2003.10.013

- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., e Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36, 2–7. doi:10.1016/j.jdent.2008.02.001
- Júnior, P. C. d. M., Cardoso, R. M., Magalhães, B. G., Silva, C. H. V., e Beatrice, L. C. d. S. (2011). Selecting correctly the composite resins. *Int J Dent*, 10(2), 91–96.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., e Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–9. doi:10.1016/S0022-3913(09)60028-7
- Klapdohr, S., e Moszner, N. (2004). New Inorganic Components for Dental Filling Composites. *Monatshefte For Chemie - Chemical Monthly*, 136(1), 21–45. doi:10.1007/s00706-004-0254-y
- Kleverlaan, C. J., van Duinen, R. N. B., e Feilzer, A. J. (2004). Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dental Materials*, 20(1), 45–50. doi:10.1016/S0109-5641(03)00067-8
- Lagouvardos, P. E., Fougia, A. G., Diamantopoulou, S. a, e Polyzois, G. L. (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(1), 40–5. doi:10.1016/S0022-3913(08)60289-9
- LeSage, B. P. (2007). Aesthetic anterior composite restorations: a guide to direct placement. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 359–78. doi:10.1016/j.cden.2007.02.001
- Lohbauer, U. (2009). Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials*, 3(1), 76–96. doi:10.3390/ma3010076
- Lu, H., Roeder, L. B., Lei, L., e Powers, J. M. (2005). Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(2), 102–8; discussion 109. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16036126>
- Maneenut, C., Sakoolnamarka, R., e Tyas, M. J. (2010). The repair potential of resin-modified glass-ionomer cements. *Dental Materials*, 26(7), 659–665. doi:10.1016/j.dental.2010.03.009
- Manuel, S., Abhishek, P., e Kundabala, M. (2010). Etiology of tooth discoloration- a review. *Nig Dent J*, 18(27), 56–63.
- Mickenautsch, S., Mount, G., e Yengopal, V. (2011). Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidence. *Australian Dental Journal*, 56(1), 10–15; quiz 103. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01304.x

- Moreira, A. D., Mattos, C. T., De Araújo, M. V. A., Ruellas, A. C. D. O., e Sant'Anna, E. F. (2013). Chromatic analysis of teeth exposed to different mouthrinses. *Journal of Dentistry*, 41(5), 24–7. doi:10.1016/j.jdent.2012.12.002
- Mundim, F. M., Garcia, L. D. F. R., e Pires-de-Souza, F. D. C. P. (2010). Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 18(3), 249–54. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20857002>
- Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R., e Subbarao, C. V. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38s, 137–42. doi:10.1016/j.jdent.2010.05.020
- Paul, S., Peter, a, Pietrobon, N., e Hämmerle, C. H. F. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578–582. doi:10.1177/154405910208100815
- Paul, S., Peter, A., Rodoni, L., e Pietrobon, N. (2004). Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 24(3), 222–31. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15227770>
- Ren, Y.-F., Feng, L., Serban, D., e Malmstrom, H. S. (2012). Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *Journal of Dentistry*, 40(1), 48–56. doi:10.1016/j.jdent.2012.04.017
- Saito, S. K., Lovadino, J. R., e Kroll, L. B. (2000). Rugosidade e pigmentação superficial de materiais ioméricos Roughness and superficial staining of ionomeric materials. *Pesqui Odontol Bras*, 14(4), 351–356.
- Sidhu, S. K. (2010). Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dental Materials*, 26(1), 7–12. doi:10.1016/j.dental.2009.08.015
- Sidhu, S. K. (2011). Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Australian Dental Journal*, 56(1), 23–30. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01293.x
- Singh, K., Suvarna, S., Agnihotri, Y., Sukant, S., e Kumar, P. (2014). Color stability of aesthetic restorative materials after exposure to commonly consumed beverages : A systematic review of literature. *European Journal of Prosthodontics*, 2(1), 15–22.
- Small, I. C. B., Watson, T. F., Chadwick, a. V., e Sidhu, S. K. (1998). Water sorption in resin-modified glass-ionomer cements: An in vitro comparison with other materials. *Biomaterials*, 19(6), 545–550.
- Tin-Oo, M. M., Saddki, N., e Hassan, N. (2011). Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health*, 11(1), 6. doi:10.1186/1472-6831-11-6

- Tunc, E. Sen, Bayrak, S., Guler, A. U., e Tuloglu, N. (2009). The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 34(2), 147–150.
- Watts, a, e Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316.
- Wee, a G., Kang, E. Y., Johnston, W. M., e Seghi, R. R. (2000). Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. *Journal of Esthetic Dentistry*, 12(5), 271–80. Disponivel em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11338494>
- Xie, D., Brantley, W. a, Culbertson, B. M., e Wang, G. (2000). Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 16(2), 129–138.
- Yelamanchili, a., e Darvell, B. W. (2008). Network competition in a resin-modified glass-ionomer cement. *Dental Materials*, 24(8), 1065–1069. doi:10.1016/j.dental.2007.12.005
- Yiu, C. K. Y., Tay, F. R., King, N. M., Pashley, D. H., Carvalho, R. M., e Carrilho, M. R. O. (2004). Interaction of resin-modified glass-ionomer cements with moist dentine. *Journal of Dentistry*, 32(7), 521–530. doi:10.1016/j.jdent.2004.04.005
- Yousef, M., e Abo el Naga A. (2012). Color stability of different restoratives after exposure to coloring agents. *Journal of American Science*, 8(2), 20–26.
- Zoergiebel, J., e Ilie, N. (2012). Evaluation of a conventional glass ionomer cement with new zinc formulation: effect of coating, aging and storage agents. *Clinical Oral Investigations*, 17(2), 619–26. doi:10.1007/s00784-012-0733-1